



农业科技入户丛书



玉米

贮藏与加工新技术

鞠正春 贾晓东 主编



213.4
4

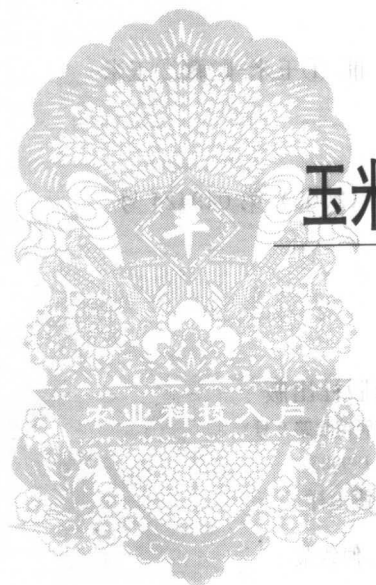
中国农业出版社

農業 (910) 科學圖書

农业科技入户丛书

玉米贮藏与加工新技术

鞠正春 贾晓东 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

玉米贮藏与加工新技术/鞠正春, 贾晓东主编. —北京: 中国农业出版社, 2005. 6

(农业科技入户丛书)

ISBN 7-109-10093-6

I. 玉... II. ①鞠...②贾... III. ①玉米-贮藏②玉米-粮食加工 IV. S513.09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 049424 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

策划编辑 何致莹

文字编辑

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 2.5

字数: 56 千字 印数: 1~11 000 册

定价: 3.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



农业科技入户丛书

编委会名单

主任	张宝文			
副主任	刘维佳	张凤桐	傅玉祥	刘芳原
	庄文忠			
委员	(按姓氏笔画为序)			
	卜祥联	于康振	马有祥	马爱国
	王辅捷	王智才	甘士明	白金明
	刘贵申	刘增胜	李正东	李建华
	杨坚	杨绍品	沈镇昭	宋毅
	张玉香	张洪本	张德修	陈建华
	陈晓华	陈萌山	郑文凯	段武德
	姜卫良	贾幼陵	夏敬源	唐园结
	梁田庚	曾一春	雷于新	薛亮
	魏宝振			
主编	杨先芬	梅家训	黄金亮	
副主编	田振洪	崔秀峰	王卫国	王厚振
	庞茂旺	李金锋		
审稿	苏桂林	曲万文	王春生	巩庆平
摄影	周少华			

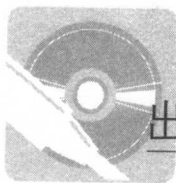


中国大学外语教学

编著者名单

主 编 鞠正春 贾晓东

参 编 柴兰高 曹海英 张晓霁



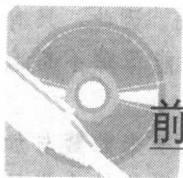
出版说明

为贯彻落实党中央提出的把“三农”工作作为全党和全国工作重中之重的战略部署，做好服务“三农”工作，我社配合农业部“农业科技入户工程”，组织基层农业技术推广人员，编写了《农业科技入户丛书》。

这套丛书以具有一定文化程度的中青年农民和乡村干部为读者对象。所述内容力求贴近农业生产实际、贴近农村工作实际、贴近农民需求实际，按农业生产品种和单项技术立题，重点介绍作物无公害生产、标准化栽培管理和病虫害防治；动物无公害生产、标准化饲养和病疫防治。所介绍的技术突出实用性和针对性，以关键技术和新技术为主，技术可靠、先进，可操作性强。文字简明、通俗易懂，真正做到使农民看得懂、学得会、用得上、易操作。

我们相信，这套丛书的出版将为促进农业技术的推广普及，提高农业技术的到位率和入户率，为农业综合生产能力的增强，为农业增产、农民增收发挥积极的推动作用。

中国农业出版社



前 言

玉米是世界上主要粮食品种之一。它不仅可作为口粮消费,也是畜牧业和加工业的重要原料。我国是畜牧业大国,玉米作为“饲料之王”对畜牧业来说地位至关重要。因此,玉米产业的发展,在我国的农业生产中占据着十分重要的地位。

目前,我国玉米主要用于饲料生产、加工耗用、出口以及粮食储备等方面,其中玉米加工主要是淀粉和酒精两个行业,除加工大量主产品外,还可生产出玉米油、蛋白粉、纤维饲料、玉米浆等副产品。但玉米加工业耗用玉米仅占玉米总产量的 10% 左右,且其中一半以上用于生产原淀粉。因此,开发和利用玉米这一重要粮食资源,对农业、食品加工业和零售业都有重要意义。

据统计,我国玉米加工业每年使用玉米仅 3 000 万吨左右,其中深加工部分仅 1 000 万吨左右。因此,调整玉米的品种结构,运用高科技手段推动玉米加工及深加工的产业化进程,玉米及其“产业链”将会产生良好的经济和社会效益。

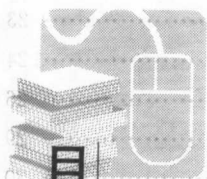
搞好玉米贮藏,对于减少粮食消耗,保证玉米加工品质也具有十分重要的意义。据联合国粮农组织的统计,世界平均每年贮粮损耗占粮食产量的 10%,有些不发达国家甚至高达 30%。我国年产玉米 12 500 万吨,由于贮藏不当造成的损

失至少在10%以上，有的地方高达15%~20%。因此，只有采用科学的贮藏方法，妥善保存玉米籽粒，才能源源不断地供给饲料工业、食品工业的需求。

为配合农业科技入户工程，我们编写了《玉米贮藏与加工新技术》一书，本书以先进性、实用性和可操作性为指导思想，重点介绍了玉米种子的贮藏，普通玉米和特色玉米的深加工技术，以期为农民增收及玉米产业化发展尽一份力。

书中的错漏之处深切希望广大读者批评指正。

编著者



目录

出版说明

前言

一、玉米种子的贮藏..... 1

(一) 玉米籽粒的结构和化学组成成分..... 1

组成成分..... 1

(二) 玉米种子的贮藏特性..... 2

(三) 影响玉米种子安全贮藏的因素..... 3

(四) 玉米的发热与霉变..... 4

(五) 玉米贮藏前处理方法..... 5

(六) 玉米种子贮藏方法..... 6

二、玉米生产淀粉的工艺..... 17

(一) 湿法生产玉米淀粉..... 9

(二) 干法生产玉米淀粉..... 11

三、玉米制糖技术..... 12

(一) 玉米饴糖加工技术..... 13

(二) 玉米淀粉生产果葡糖浆..... 15

四、玉米发酵产品加工技术..... 17

(一) 玉米酿制啤酒技术..... 17

(二) 玉米制作黄酒技术..... 19

(三) 玉米生产红色素..... 21

(四) 玉米生产米醋..... 22

五、玉米食品加工技术	23
(一) 玉米粉加工	24
(二) 玉米面食品加工	26
六、甜玉米加工贮藏技术	29
(一) 甜玉米粒罐头	30
(二) 甜玉米羹罐头	32
(三) 软包装甜玉米穗罐头	33
(四) 速冻甜玉米粒	36
(五) 速冻甜玉米穗	37
七、糯玉米加工技术	38
(一) 糯玉米粒罐头	39
(二) 糯玉米穗保鲜法	41
八、笋用玉米加工技术	43
(一) 玉米笋罐头	44
(二) 玉米笋羹罐头	46
九、爆裂玉米贮藏加工技术	47
(一) 爆裂玉米的收获与贮藏	48
(二) 爆裂玉米的加工技术	49
十、高赖氨酸玉米加工技术	52
(一) 玉米片加工	53
(二) 玉米米加工	55
(三) 玉米挂面加工	56
十一、高油玉米加工技术	59
(一) 玉米胚的分离	61
(二) 玉米胚榨油	61
(三) 玉米油的精炼	63
主要参考文献	66



一、玉米种子的贮藏

(一) 玉米籽粒的结构和化学组成成分

1. 玉米的结构 玉米是由胚、胚末端的冠、壳皮、糊粉层及胚乳（角质和粉质）所组成。

玉米各部分组成比例，因其品种而不同，即使同一品种也因产地、气候和肥料等情况的不同而不同。玉米粒中的胚芽占 11.26%~13.55%，壳皮占 5.25%~6.37%，胚乳总量占 81.9%~83.5%。

2. 玉米籽粒的淀粉构成 淀粉含在胚乳的细胞里面，在胚里含量极少。玉米淀粉粒较小，仅比大米淀粉粒稍大，比大麦、小麦淀粉的颗粒小。胚乳中的淀粉，其化学成分也不完全是纯净的，其中还含有 0.2% 的灰分和 0.9% 的五氧化二磷，0.03% 的脂肪酸。

玉米淀粉按其结构可分为直链淀粉和支链淀粉两种。直链淀粉遇碘呈蓝色，直链淀粉的分子大约含有 200 个葡萄糖基，支链淀粉则有 300~400 个。

普通玉米淀粉只含有 23%~27% 的直链淀粉，用直链淀粉可制成强度较高的食用淀粉薄膜。普通玉米含有 73%~79% 的支链淀粉，这种淀粉糊化后透明度高，胶黏力强。

3. 玉米的蛋白质 玉米含有 8%~14% 的蛋白质，这些蛋白质 75% 在胚乳中，20% 在胚芽中。玉米粒中的蛋白质，主要是醇溶蛋白和谷蛋白，分别占 40% 左右。而白蛋白、球蛋白只有 8%~9%。因此从营养角度考虑，玉米蛋白不是人类理想的蛋白资源。但是惟独玉米的胚芽部分，其蛋白质中白蛋白和球蛋白分别含有 30%，应该是一种生物学价值较高的蛋白质。

4. 玉米的脂肪 玉米中含有 4.6% 左右的脂肪，有的新品种，其脂肪含量可达 7%。玉米籽粒的脂肪主要含在胚芽中，一般胚芽含 35%~40%。玉米的脂肪约有 72% 的液态脂肪酸和 28% 的固态脂肪酸，其中有软脂酸、硬脂酸、花生酸、油酸、亚麻二烯酸等。此外，玉米还含有物理性质与脂肪相似的磷脂，它们和脂肪同样均是甘油酯，但酯键处含有磷酸，玉米含磷脂为 0.28% 左右。

5. 玉米的灰分 玉米籽粒中含有大约 1.24% 的灰分，但组成比较复杂，主要分布在胚芽和玉米皮中，玉米淀粉在浸泡时，有许多灰分溶入浸泡水中。其中，最高的是磷，其次是钾。

(二) 玉米种子的贮藏特性

玉米为颖果，外层有坚韧的果皮包裹着，透水性较弱。一般具有如下贮藏特性。

1. 种胚大、呼吸旺盛、易发热 玉米在禾谷类作物中，属于大粒大胚种子，胚部体积占种子体积的 1/3，重量占全粒的 10%~12%，而且玉米胚部组织疏松，含有较多的亲水基，因此较胚乳部分容易吸水。一般情况下，胚部的水分较胚乳高。由于玉米种胚大，吸水性强，因此在同样条件下，玉米种子的呼吸强度远比其他禾谷类种子大。如在同样的种子水分（14%~15%）和温度（25℃）条件下，小麦 24 小时的呼吸强度（CO₂）为 0.64 毫克/千克，而玉米则为 28 毫克/千克。因此，玉米在贮藏期间较其他禾谷类种子容易发热。

2. 玉米胚部含脂肪多，容易酸败 玉米种子脂肪含量高达 4%~5%，其中胚部脂肪含量占全粒的 77%~89%。由于种胚脂肪含量高，易氧化酸败，故其酸度高于胚乳部分。据试验，玉米种子在 13℃ 和相对湿度 50%~60% 条件下贮藏 30 天，胚乳的酸度为 26.5，而胚部为 211.5；在温度 25℃，相对湿度 90% 条件下贮藏 30 天，胚乳酸度为 31.0，胚则高达 633.0，这是玉米种胚贮藏在常温条件下容易酸败的一个重要原因。

3. 玉米胚部带菌量大，容易霉变 玉米胚部的营养丰富，可溶性物质多，在种子水分较高时，胚部的水分高于胚乳，容易滋生霉菌。因此完整粒的玉米霉变，常常是从胚部开始的。实践证明，经过一定时间贮藏的玉米种子，真菌量比其他禾谷类种子高得多。如正常的稻谷种子每克干样带霉菌孢子在 95 000 个以下，而玉米则在 98 000~147 000 个。

4. 玉米种子原始水分大，成熟度不均匀 玉米生产主要是在我国的北方地区，收获时天气已冷，加之玉米果穗外有苞叶，在植株上得不到充分的日晒干燥，所以玉米原始水分一般较大。新收获的玉米种子水分一般在 20%~35%，即使在秋收时日照好，雨水少的情况下，玉米种子水分含量也在 17%~22%。由于玉米种子水分高，所以在东北地区易于发生冻害，特别是在霜冻来得早的时候，有的年份还会造成很大损失。

玉米种子的成熟度往往也很不均匀，这主要是由于同一果穗的顶部和基部授粉时间不同，致使顶部籽粒往往不能成熟。加之玉米含水量高，脱粒时容易损伤，所以玉米的未成熟粒与破碎粒较多。这类种子更易吸湿和遭受虫霉的侵害。

(三) 影响玉米种子安全贮藏的因素

1. 水分 水分是玉米安全贮藏的首要因素。据各地试验，北方玉米水分在 13% 以下，种温不超过 25℃；南方水分在 12% 以下，种温不超过 30℃ 可以安全过夏。另外，种子水分还受仓房防湿性能的影响，在密闭防湿性能好的仓内或其他容器内贮藏的干燥种子，就能较长时间地保持种子的生活力，而不发生霉变。

2. 温度 温度也是影响玉米贮藏稳定性的重要因素。低温能延长贮藏期限，但过低或过高的温度，对高水分种子的发芽率亦有影响。据试验，含水量 19.2% 的玉米，在 15℃ 下经 90 天的贮藏发芽率降低到 31%。其高温或低温时间持续越长，对发芽率的影响越大。

3. 杂质和品质 玉米含杂质多，一方面可能带入大量微生物，另一方面还会降低种子堆的孔隙度，影响空气的流通和热量的散发。杂质多的部位给微生物和仓虫的发育、繁殖造成有利条件，因而极易引起玉米发热生霉。如果玉米在入仓前，清除杂质，就可能避免发生这种现象。其次是破碎粒，破损种子因其外层保护组织遭破坏，接触空气比表面大，不仅自身呼吸作用强，容易感染虫、霉为害，而且影响健康种子的安全性。

总之，上述三个因素如形成对虫、霉发育繁殖有利条件时，就会引起虫、霉的侵害。一般玉米种子常见的仓虫有米象、大谷盗、印度谷蛾、粉斑螟等。由于玉米的胚乳较坚硬，胚部较软，因而仓虫常先危害胚部，发生虫害部位往往易引起生霉。玉米种子胚部较大、质软，含水量较多，含有丰富的营养物质，所以微生物也往往先从胚部开始繁殖，因而容易使种胚受害，而丧失生活力。因此，要保管好玉米种子，必须首先保证玉米种子品质，并以干燥和低温条件抑制虫、霉的生长和繁殖，才能保持较高的种子生活力。

(四) 玉米的发热与霉变

1. 玉米的发热 在常规贮藏中的玉米种子，入仓时水分比较均匀的种子常见发热部位在距种堆表层的30~60厘米深处，这是因为受仓内温度和湿度影响的原因。土圆仓，在入仓时的水分和杂质也基本达到一致的种子，其容易发热的部位在囤的顶部及向阳面。

2. 玉米的霉变过程 玉米霉变一般是由于入仓水分高或是在贮藏期间受外界因素的影响而局部水分增加，霉菌在适宜条件下开始繁殖而造成的。玉米霉变的过程一般是在种温逐渐升高时，种子表面发生湿润现象，玉米的颜色较以前鲜艳，味发甜。这是玉米霉变最为明显的早期现象，此时菌落不明显。随着霉菌的发育，有的玉米胚变成淡褐色，胚部及断面出现白色菌丝，通称“长毛”，有轻微的霉味。这一阶段可延续一周左右。以后菌丝体就很快产生各种霉菌孢子，最常见的多为绿色孢子，集中在胚部十分明显，通常

称“点翠”，并产生浓厚的辛辣味、霉味和酒气味。以后随着温度的升高，霉变范围扩大，并出现黄色和黑色菌落，整个种子也变成黄褐色，以致霉变结块，完全失去种用和食用价值。

（五）玉米贮藏前处理方法

1. 干燥降水 充分干燥、防潮，是玉米长期安全贮藏的主要措施。除用作种子的玉米外，作为食品加工用的玉米籽粒一般不强调发芽能力，可以采用曝晒或烘干处理，含水量 12.5% 以下，温度 35℃ 左右便可以安全贮藏。秋季收获的玉米，由于气温逐渐降低，降低水分困难，只要能够达到安全冬贮的水分即可，到春天籽粒仍未达到过夏的水分，可采取春晒，晾后入仓，散堆密封，做好隔湿工作，防止回潮，以安全过夏。对冬季已充分干燥的玉米，在北方采用低温处理，将粮温降至 0℃ 以下，趁冷密闭压盖，对安全过冬有良好的效果。新收获的高水分玉米，未能及时干燥的，入冬后要做好防冻工作，水分 20% 以上的玉米长时间处于 0℃ 以下的低温环境中，籽粒内部自由水结冰，容易冻伤，造成玉米的食用和种用品质下降，也给贮藏增加难度。

2. 除杂净粮 玉米中往往含有较多的成熟度差的籽粒、破碎粒、穗轴碎块及糠屑、砂土碎块等。除穗轴、碎砂土外，一般散落性差，用输送机散堆时，较多集中在粮堆锥体的中部，形成明显的杂质区。由于这些杂质极容易吸湿，孔隙度小，带菌量大，很容易发热、发霉变质。因此，玉米在散堆前进行一次过筛、除杂净粮，是实现安全保管的重要措施。

3. 防治虫害 玉米在收获、晾晒过程中，一般带有幼虫和虫卵。主要是蛾蝶类害虫和象鼻虫等甲虫类。为防止贮藏过程中继续危害，可用过筛和熏蒸的方法防治。由于玉米颗粒较大，害虫体躯较小，可采用适当孔径的筛子过筛除虫，效果可达 90% 以上，也可用氯化苦或磷化铝熏蒸，费用低、效果彻底。氯化苦能伤害玉米的发芽率，种用玉米不宜用氯化苦杀虫。

(六) 玉米种子贮藏方法

玉米贮藏主要有果穗贮藏和粒藏法两种，可根据各地气候条件、仓房条件和种子品质而选择采用。常年相对湿度较低的丘陵山区和我国北方地区，常采用穗藏法。常年相对湿度较高或仓房条件较好的地区多采用粒藏法。据试验，玉米穗轴的不同部位，以及玉米粒放在不同的相对湿度条件下，其平衡水分有明显的变化，在空气相对湿度低于80%的情况下，穗轴水分低于玉米粒，当相对湿度高于80%时，穗轴水分高于玉米粒。前者情况下，穗轴向子粒吸水，可以使玉米粒降低水分，而后者却相反，玉米粒向穗轴吸水，使种子增加水分。因此，相对湿度低于80%的地区以穗藏为宜，超过80%的地区，则以粒藏为宜。

1. 果穗贮藏法 此法主要有以下优点：一是新收获的玉米果穗穗轴内的营养物质可以继续运送到子粒内，使种子达到充分成熟，且可在穗轴上继续进行后熟作用。二是穗藏孔隙度大，可达51%左右，便于空气流通，堆内湿气较易散发。高水分玉米有时来不及干燥，经过一个冬季自然通风，可将水分降至安全标准以内，至第二年春即可脱粒，再进行密闭贮藏。三是籽粒在穗轴上着生紧密，外有坚韧果皮，能起一定的保护作用。除果穗两端的少量籽粒可能感染霉菌和被虫蛀蚀外，一般能起到防虫、防霉作用。中间部分种子生活力不受影响，所以生产上常采用这部分种子作播种材料。

果穗贮藏法有挂藏和玉米仓堆藏两种。挂藏是将果穗苞叶编成辫，用绳逐个联结起来，挂在避雨通风的地方。有些农户采用搭架挂藏，也有的将玉米围绕树干上挂成圆锥形，在圆锥体顶端披草防雨等等。堆藏是在露天场地上用高粱秆编成圆形通风仓，将去掉苞叶的玉米果穗堆在这种仓内越冬，次年再脱粒入仓，此法在我国北方采用较多。

2. 粒藏法 即脱粒玉米入仓贮藏。此法仓容利用率高，如仓库密闭性能好，种子处在低温干燥条件下，可以长期贮藏而不影响

生活力。其具体做法是：一是降低种子水分，干燥贮藏。严格种子入库水分，入库后严防种子吸湿回潮，是做好粒藏玉米种子的关键。据试验，玉米种子水分为12%，在山东省的一般仓库条件下，贮藏2年多对种子的发芽力和以后的产量并没有很大影响，但在3年以上时种子的生活力有所降低。二是低温密闭贮藏。即将干燥到安全水分以内的玉米种子采用冷天入仓，冷天将种子搬出仓外，摊晾冰冻或冷天通风降温等方法处理后，再在种堆表面覆盖席或麻袋及干净无虫的大豆、麦糠、干沙等进行密闭贮藏的方法。新玉米在秋冬季节交替时，易结顶发热，因而必须及时倒仓通风防潮，再进行低温密闭贮藏。三是通风贮藏。北方地区由于冬季干旱，雨水少，有的地方采用囤囤露天散装贮存，用自然通风的办法降低种子水分，降水后再入仓贮藏。用这种方法要注意防止种子受冻害。

二、玉米生产淀粉的工艺

淀粉是食品工业的基础原料，其中大部分是利用玉米淀粉，马铃薯淀粉一般只占1/10左右。玉米淀粉是人类饮食中的主要成分，它是糖类能量的主要来源。淀粉是食品中不可缺少的添加剂，除提供丰富的营养外，还为食品提供了形状、口味、增稠性、胶凝性、黏合性和稳定性等所要求的性质。

玉米经加工可制成70%以上的玉米淀粉，该淀粉可制成葡萄糖，葡萄糖氢化后可制成山梨醇，山梨醇易被人体代谢而不易被微生物利用，可以防止酸败，由于它能吸收空气中的水分，可作面包添加剂，使面包柔软，延长货架期。

普通玉米淀粉经过工艺处理可获得变性淀粉，成为可以满足各